



(21) Aktenzeichen: 195 30 136.6-42  
 (22) Anmeldetag: 16. 8. 95  
 (43) Offenlegungstag: —  
 (45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 13. 2. 97

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

## (73) Patentinhaber:

Leica Mikroskopie und Systeme GmbH, 35578  
Wetzlar, DE

## (72) Erfinder:

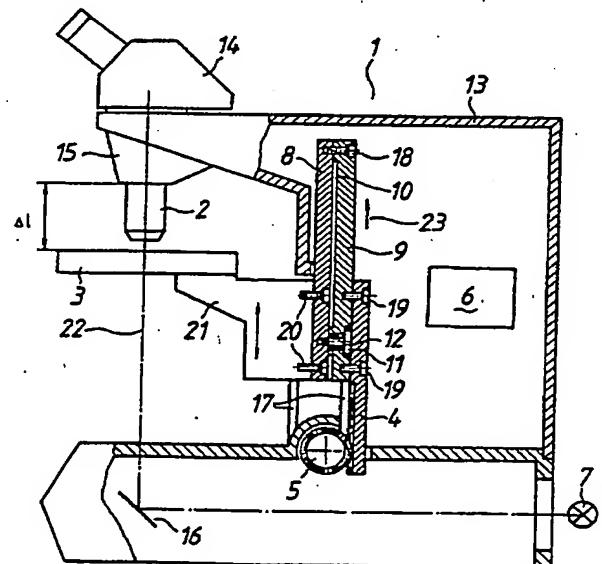
Gaul, Norbert, 35606 Solms, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 35 20 475 C2  
DE 42 32 079 A1  
DE 25 58 625 A1

## (54) Einrichtung zur Fokusstabilisierung in einem Mikroskop

(57) Es wird eine Einrichtung zur Fokusstabilisierung in einem Mikroskop (1), mit einem Objektiv (2) und einem bewegbar ausgebildeten Objektisch (3) zur Fokuseinstellung beschrieben. Der Objektisch (3) ist über eine Zahnstange (4) und ein Antriebszahnrad (5) entlang der optischen Achse (22) des Objektivs (2) bewegbar ausgebildet. Bei der Erwärmung des Mikroskops (1) durch integrierte elektronische Bauteile (6) und/oder eine Beleuchtungseinrichtung (7) erfolgt eine Ausdehnung des Mikroskopstativs (13) und somit eine Defokussierung des Mikroskops (1). Zur Komensation dieser Defokussierung sind zwischen der Zahnstange (4) und dem Objektisch (3) zwei miteinander verbundene Stäbe (8, 9) angeordnet, die eine unterschiedliche Wärmeausdehnung aufweisen.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Fokusstabilisierung in einem Mikroskop gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Bekannte Mikroskope sind in der Regel mit einem Objektivrevolver ausgestattet, der eine Mehrzahl von unterschiedlichen Objektiven aufnimmt. Durch Drehen am Revolver wird das gewünschte Objektiv in den Strahlengang des Mikroskops eingeschwenkt. Die Fokussierung des Objektivs erfolgt durch eine Bewegung des Objektisches entlang der optischen Achse des Mikroskopobjektivs. Dazu ist am Objektisch eine Zahnhülse fest angeordnet, die auf einem Antriebszahnrad kämmt. Dieses Antriebszahnrad ist über weitere getriebliche Mittel mit dem außerhalb am Mikroskopkörper vorgesehenen Bedienknöpfen verbunden. Zusätzlich oder wahlweise kann das Antriebszahnrad auch mit einem motorischen Antrieb verbunden sein.

In bekannten Mikroskopen sind ferner elektronische Bauteile zur Steuerung von diversen automatischen bzw. motorischen Mikroskopfunktionen sowie eine Schaltung zur Strom/Spannungsversorgung der Lichtquelle integriert.

Bedingt durch die Lichtquelle und die integrierten elektronischen Bauteile wird der Mikroskopkörper während des Betriebes erwärmt.

In der Praxis hat es sich gezeigt, daß sich der Mikroskopkörper bei einer Erwärmung ausdehnt. Aus dieser Ausdehnung und dem äußerst geringen Tiefenschärfebereich der Mikroskopobjektive (im  $\mu$  Bereich) resultiert der unerwünschte Effekt daß eine Veränderung des Abstandes zwischen dem Objektisch mit dem Präparat und dem Mikroskopobjektiv stattfindet und somit die einmal eingestellte Fokusposition verlorengeht.

Ein Mikroskop mit integrierten elektrischen und elektronischen Bauteilen ist aus der DE 35 20 475 C2 bekannt. Die Erwärmung des Mikroskopkörpers wird bei diesem Mikroskop dadurch vermieden, daß im Mikroskopstativfuß thermisch isolierte Kammern zur Aufnahme aller elektrischen und elektronischen Bauteile vorgesehen sind und die hier erzeugte Wärme über in der Bodenplatte vorhandene Lüftungsschlitzte abgeleitet wird.

Die DE 42 32 079 A1 beschreibt einen piezoelektrischen Translator für den Objektisch eines konfokalen Mikroskops, der den Objektisch zentral und spielfrei bewegt. Ober den piezoelektrischen Translator wird ein radiales Auswandern des Tisches infolge einer thermischen Drift weitgehend ausgeschlossen.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine durch die Wärmeausdehnung des Mikroskopkörpers bedingte Defokussierung in Z-Richtung ohne zusätzliche, elektronisch gesteuerte Stellglieder zu kompensieren.

Diese Aufgabe wird erfahrungsgemäß durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 angegebenen Merkmale gelöst. Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Mit der Erfindung wird erreicht, daß der generelle Aufbau eines bekannten Mikroskops erhalten bleibt und dabei lediglich durch die beiden an einem Ende miteinander verbundenen Stäbe mit unterschiedlicher Wärmeausdehnung, eine Defokussierung einer einmal eingestellten Fokusposition bzw. einer vorgegebenen, definierten Fokusposition ausgeschlossen wird.

Dabei verhält sich die Einrichtung dynamisch, d. h. mit

zunehmender Temperatur im Mikroskop bzw. Mikroskopstativ und der damit verbundenen zunehmenden Defokussierung, wird über die beiden Stäbe der entsprechende Defokussierungsbetrag kompensiert. Über einen großen Temperaturbereich bleibt der eingestellte Fokus erhalten.

Die beiden Stäbe sind dabei aus Materialien mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten gefertigt.

Zur genauen Anpassung an die thermischen Verhältnisse im Mikroskopstativ können die beiden Stäbe auch unterschiedlich lang dimensioniert sein.

Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels mit Hilfe der schematischen Zeichnung näher erläutert.

Die Zeichnung zeigt ein Mikroskop 1 mit einem Mikroskopkörper 13, einem Binotubus 14, einem Objektivrevolver 15 mit einem im Wirkstellung befindlichen Mikroskopobjektiv 2. Unterhalb des Objektivs 2 ist ein Objektisch 3 zur Aufnahme eines Präparates in der Objektivachse 22 angeordnet. Das Präparat wird über eine Beleuchtungseinrichtung 7, die hier als externe Einrichtung angedeutet ist, durchleuchtet. Dazu ist im Strahlengang bzw. in der optischen Achse 22 ein Umkehrspiegel 16 angeordnet.

Der Mikroskopkörper 13 weist ferner eine integrierte Kammer 6 zur Aufnahme von elektronischen Steuerschaltungen und/oder zur Aufnahme einer Strom/Spannungsversorgung für die Beleuchtungseinrichtung 7 auf.

Der Objektisch 3 ist fest mit einem Tischwinkel 21 verbunden. Der Tischwinkel 21 ist in Doppelpfeilrichtung entlang der Führungen 17, die fest am Mikroskopkörper 13 angeordnet sind, zur Fokussierung des Mikroskopobjektivs 2 bewegbar ausgebildet. Der Tischwinkel 21 ist über zwei Schrauben 20 mit einem ersten Stab 8 fest verbunden. Dieser erste Stab 8 ist vorzugsweise aus Eisen gefertigt und über eine Schraubverbindung 18 mit einem zweiten Stab 9, der vorzugsweise aus Aluminium gefertigt ist, verbunden. An dem zweiten Stab 9 ist eine Zahnhülse 4 über zwei Schrauben 19 befestigt. Die Zahnhülse 4 steht im Eingriff mit einem Antriebszahnrad 5, welches über weitere nicht mit dargestellte getriebliche Mittel mit externen Bedienknöpfen und/oder einem motorischen Antrieb verbunden ist.

Die beiden Stäbe 8 und 9 sind gegen ein seitliches Verdrehen bzw. Verschieben durch eine Schraubverbindung 11 gesichert. Dazu ist in Längsrichtung im zweiten Stab 9 ein Langloch 12 vorgesehen, durch welches eine Schraube 11 geführt ist. Diese Schraube 11 ist im gegenüberliegenden ersten Stab 8 befestigt. Zur Vermindehung der Reibung ist zwischen den beiden Stäben 8 und 9 ein Luftspalt 10 vorgesehen.

Eine Drehbewegung des Antriebszahnrad 5 wird über die Zahnhülse 4, die beiden Stäbe 8 und 9 auf den Tischwinkel 21 mit dem Objektisch 3 übertragen, so daß der Objektisch 3 zur Fokussierung entlang der Objektivachse 22 in Doppelpfeilrichtung bewegt wird.

Bedingt durch die Wärmeentwicklung der elektronischen Bauteile 6 und der Beleuchtungseinrichtung 7 erfolgt mit zunehmender Betriebsdauer des Mikroskops 1 eine Erwärmung des Mikroskopkörpers 13 und somit eine entsprechende Ausdehnung. Diese Ausdehnung hat zur Folge, daß sich der Abstand  $\Delta l$  zwischen dem Mikroskoprevolver 15 und dem Objektisch 3 vergrößert. Durch die äußerst geringen Tiefenschärfebereiche der Mikroskopobjektive 2 (im  $\mu$  Bereich) geht bei dieser Abstandsänderung der eingestellte Fokus verloren.

Zur Kompensation dieser Abstandsänderung ist der

3  
Mikroskopisch 3 mit den beiden Stäben 8 und 9 verbunden. Durch die unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten der verwendeten Stabmaterialien, erster Stab 8 aus Eisen (Wärmeausdehnungskoeffizient  $10^{-6} \cdot 12,1$ ) und zweiter Stab 9 aus Aluminium (Wärmeausdehnungskoeffizient  $10^{-6} \cdot 23,8$ ) erfolgt eine Nachführung des Objekttisches 3 in Abhängigkeit von der Temperatur.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel dehnt sich bei Erwärmung der erste Stab 8 in Pfeilrichtung 23 aus, da der zweite Stab 9 über die Zahnstange 4 und das Antriebsritzel 5 fixiert ist. Gleichzeitig erfolgt eine Ausdehnung des zweiten Stabes 9. Durch die unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten der beiden Stäbe 8, 9 ist, bei gleicher Baulänge, der Betrag der Ausdehnung des Stabes 9 größer als der des Stabes 8. Die Differenz der beiden Beträge ergibt eine Anhebung des Objekttisches 3 in Richtung des Mikroskopobjektivs 2. Dieser Betrag kann dadurch variiert werden, daß für die beiden Stäbe 8, 9 unterschiedliche Baulängen gewählt werden.

Durch eine entsprechende Wahl der Baulängen der einzelnen Stäbe 8 bzw. 9 und/oder durch die Verwendung von anderen Materialien mit entsprechenden Wärmeausdehnungskoeffizienten läßt sich eine individuelle, auf die diversen Mikroskopkörpern und -größen angepaßte Kompensation der Defokussierung erreichen.

#### Bezugszeichenliste

1 Mikroskop	30
2 Mikroskopobjektiv	
3 Objekttisch	
4 Zahnstange	
5 Antriebszahnrad	
6 integrierte elektronische Bauteile	35
7 Beleuchtungseinrichtung	
8 erster Stab	
9 zweiter Stab	
10 Luftpalt	
11 Schraube	40
12 Langloch	
13 Mikroskopkörper	
14 Binotubus	
15 Objektivrevolver	
16 Umlenkspiegel	45
17 Führung für 3	
18 Schraube	
19 Schrauben	
20 Schrauben	50
21 Tischwinkel	
22 Objektivachse	
23 Pfeilrichtung	

#### Patentansprüche

55

1. Einrichtung zur Fokusstabilisierung in einem Mikroskop (1),
  - mit einem Objektiv (2) und einem Objekttisch (3), der zur Fokuseinstellung durch ein Antriebszahnrad (5) und eine Zahnstange (4) entlang der Objektivachse (22) höhenverstellbar ausgebildet ist,
  - und mit einem Mikroskopkörper (13), in dem elektrische Bausteine (6) und/oder Komponenten für die Objektbeleuchtung Wärme erzeugen und eine wärmebedingte Höhenverschiebung des Objekttisches (3) relativ zu dem

Objektiv (3) und damit eine Defokussierung bewirken, dadurch gekennzeichnet,

— daß zur Kompensation der wärmebedingten Defokussierung zwischen der Zahnstange (4) und dem Objekttisch (3) zwei nebeneinander angeordnete und parallel zu der Zahnstange (4) ausgerichtete Stäbe (8, 9) mit unterschiedlicher Wärmeausdehnung zwischengeschaltet sind,

— von denen der zweite Stab (9) mit seinem einen Ende fest mit der Zahnstange (4) und mit seinem anderen Ende fest mit dem ersten Stab (8) verbunden ist,

— und von denen der erste Stab (8) mit seinem freien Ende den Objekttisch (3) trägt und in seiner Wärmeausdehnung der Wärmeausdehnung des ersten Stabes entgegenarbeitet,

— so daß infolge der unterschiedlichen Wärmeausdehnungen der beiden Stäbe (8, 9) der Objekttisch (3) in seiner Höhe temperaturabhängig nachgeführt wird.

2. Einrichtung zur Fokusstabilisierung in einem Mikroskop (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Stab (9) ein größeres Wärmeausdehnungsvermögen besitzt als der erste Stab (8).

3. Einrichtung zur Fokusstabilisierung in einem Mikroskop (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verminderung der Reibung der beiden Stäbe (8, 9) aneinander, die beiden Stäbe (8, 9) voneinander beabstandet sind.

4. Einrichtung zur Fokusstabilisierung in einem Mikroskop (1) nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Stab (9) aus Aluminium und der erste Stab (8) aus Eisen gefertigt ist.

5. Einrichtung zur Fokusstabilisierung in einem Mikroskop (1) nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur seitlichen Führung der beiden Stäbe (8, 9) aneinander der eine der beiden Stäbe (9) an seinem freien Ende eine Schraube (11) trägt und der andere der beiden Stäbe (8) ein Langloch (12) aufweist, in das die Schraube (11) eingreift.

6. Einrichtung zur Fokusstabilisierung in einem Mikroskop (1) nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Längen der beiden Stäbe (8, 9) unterschiedlich dimensioniert sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Fig.1

